

## Y06a ケプラー方程式による惑星軌道計算

佐々井祐二（津山高専）

2018年7月31日に火星が地球に最接近し、大きな話題となった。会合周期は約2年2ヶ月ではあるが、近日点側と遠日点側とで違いがある。これはケプラーの第2法則（面積速度一定の法則）から定性的には理解できるが、初学者にとってはどうやって計算するのかと疑問に思う所である。惑星の軌道計算は、天文に興味のある高専学生にとって有効だと考える。そこで高専学生の教育も兼ねて、ケプラー方程式を用いて、惑星の軌道と会合を計算したい。

プラネタリウムソフトで火星との会合の様子もシミュレーションできる便利な時代である。また、惑星の軌道計算について、大学の天文系学科では、書籍を読めば分かることについては教育しないとも聞く。しかし、身近な惑星の軌道計算を試すことに意味があるだろうし、天文に興味を持っている高専3年生への探求テーマとして良いのではないかと考える。

ケプラーの第2法則によると、惑星が一定時間に掃引する軌道面の面積は常に一定である。これを離心近点角  $u$  と時間  $t$  の関係として表現するものがケプラー方程式である。まず、惑星軌道の離心率  $e$ 、長半径  $a$ 、公転周期  $T$ 、近日点通過時刻  $t_0$ （ユリウス日）を与える。ケプラー方程式は通常解析的に解けないので、ニュートン法で数値的に解く。時刻  $t$  の離心近点角の初期値として平均近点角  $n(t - t_0)$  を与え、ケプラー方程式を満足する離心近点角  $u$  を得ることにより、惑星の軌道平面座標、3次元空間座標を求めていく。具体例として、地球と火星の軌道シミュレータを作成した。また、2018年度の本校3年生に対して行った試行的な指導についても報告する。